



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 00 354 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
G 01 S 17/08
G 01 C 3/06

②1 Aktenzeichen: 198 00 354.4
②2 Anmeldetag: 7. 1. 98
④3 Offenlegungstag: 16. 7. 98

DE 198 00 354 A 1

③0 Unionspriorität:

001800/97 09. 01. 97 JP
194008/97 18. 07. 97 JP

⑦1 Anmelder:

Fuji Electric Co., Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

⑦4 Vertreter:

Hoffmann, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 82166
Gräfelfing

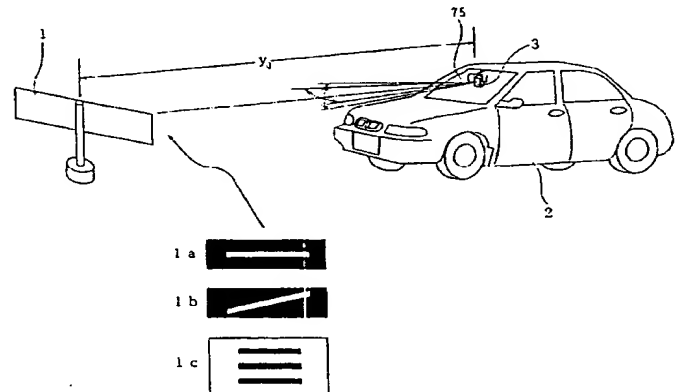
⑦2 Erfinder:

Izumi, Akio, Kawasaki, JP; Hirata, Nobuo, Kawasaki,
JP; Sugiyama, Osamu, Kawasaki, JP; Shimizu,
Hideo, Kawasaki, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Vorrichtung und Verfahren zur Entfernungsmessung

⑤7 Beschrieben werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Messung der Entfernung zwischen einer Entfernungsmessvorrichtung (3) und einem Meßobjekt, bei dem mittels zweier Abbildungslinsen auf zwei optischen Sensorfeldern eine jeweilige Abbildung des Meßobjekts erzeugt wird und die gesuchte Entfernung aus den Abbildungspositionen auf den Sensorfeldern relativ zu Bezugspositionen nach dem Prinzip der Triangulation berechnet wird. Zur Korrektur eines Meßfehlers der von einem die Abbildungspositionen beeinflussenden Medium zwischen der Entfernungsmessvorrichtung (3) und dem Meßobjekt herrührt, wird die gesuchte Entfernung unter Verwendung der relativen Abbildungspositionen, die sich bei Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt ergeben, und eines gespeicherten Korrekturwerts berechnet. Der Korrekturwert ist dadurch ermittelbar, daß eine oder mehrere bekannte Entfernungen zu einem Referenzobjekt gemessen werden.



DE 198 00 354 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Entfernungsmessvorrichtung, etwa eine Fahrzeugabstands-Messvorrichtung, wie sie zur Verhinderung einer Kollision von Fahrzeugen eingesetzt wird.

5 Bekannte Fahrzeugabstands-Messvorrichtungen (nachfolgend einfach als Abstandsmessvorrichtung bezeichnet) vergleichen elektrisch Abbildungen zweiter seitlich nebeneinander angeordneter optischer Systeme, um den Abstand auf der Basis des Prinzips der Triangulation zu messen.

Fig. 6 zeigt eine bekannte Fahrzeugabstands-Messvorrichtung 50 dieser Art. Darin bezeichnet 52 eine Abbildungseinrichtung zur Abbildung eines Meßobjekts 51, während 53 eine arithmetische Recheneinrichtung zur Errechnung des Abstands zwischen der von der Abbildungseinrichtung erzeugten Abbildung und dem Objekt 51 selbst bezeichnet. Die Abbildungseinrichtung enthält zwei Abbildungslinsen 61 und 62 und zwei optische Sensorfelder (Sensor-Arrays) 63, 64. Die arithmetische Recheneinrichtung 53 setzt sich aus einer Signalverarbeitungsschaltung 65 und einer Entfernungsmessschaltung 66 zusammen.

Die Abbildungslinsen 61 und 62 sind in Fig. 6 so angeordnet, daß ihre optischen Achsen im Abstand B nebeneinander 15 liegen. Die optischen Sensorfelder 63 und 64, beispielsweise lineare CCD-Sensorfelder, sind im Abstand der Brennweite f von den Abbildungslinsen 61 bzw. 62 angeordnet. Die Sensorfelder 63 und 64 wandeln von den Abbildungslinsen 61 und 62 erzeugte Bilder des Meßobjekts 51 zu Bildsignalen S61 und S62 um, die der Signalverarbeitungsschaltung 65 eingegeben werden. Die Signalverarbeitungsschaltung 65 setzt sich aus Verstärkern 67 und 68, Analog/Digital-Umsetzern 69 und 70 und einem Speicher 71 zusammen. Die Bildsignale S61 und S62 von den Sensorfeldern 63 und 64 werden 20 mittels der Verstärker 67 und 68 verstärkt, mittels der Analog/Digital-Umsetzer 69 und 70 in digitale Daten umgesetzt und als Bilddaten S63 und S64 dem Speicher 71 zugeführt.

Die Entfernungsmessschaltung 66 am Ausgang der Signalverarbeitungsschaltung 65 umfaßt einen Mikrocomputer, der die im Speicher 71 gespeicherten rechten und linken (bzw. obere und untere) Bilddaten S63 und S64 vergleicht, um die Entfernung zu dem Objekt 51 zu berechnen, und ein Entfernungssignal S65 abgibt.

25 Zur Erläuterung des Prinzips der Entfernungsberechnung sei zunächst auf Fig. 7 Bezug genommen. Der Mittelpunkt zwischen den optischen Achsen der Abbildungslinsen 61 und 62 wird als Ursprung eines kartesischen Koordinatensystems mit der horizontalen X-Achse und der vertikalen Y-Achse definiert. Die Koordinaten von Abbildungspositionen L_1 und R_1 sollen als $(-a_{L1} - B/2, -f)$ und $(a_{R1} + B/2, -f)$ bezeichnet werden. a_{L1} und a_{R1} bezeichnen Abstände auf den Sensorfeldern 63 bzw. 64, wie in der Figur dargestellt. Die Koordinaten des Mittelpunkts O_L der Abbildungslinse 61 sind $(-B/2, 0)$, diejenigen des Mittelpunkts O_R der Abbildungslinse 62 $(B/2, 0)$. Bezeichnet man die Koordinaten eines Punkts M des Objekts 51 mit (x, y) , ergeben sich die Koordinaten des Schnittpunkts N des Lots vom Punkt M auf die X-Achse zu $(x, 0)$. Die Koordinaten des Punkts L_0 , an dem eine zur Y-Achse parallele Linie durch den Mittelpunkt O_L auf das Sensorfeld 63 trifft, sind $(-B/2, -f)$. Die Koordinaten des Punkts R_0 , wo eine zur Y-Achse parallele Linie durch den Mittelpunkt O_R auf das Sensorfeld 64 trifft, sind $(B/2, -f)$. Da $\Delta MO_L N$ ähnlich $\Delta O_L L_1 L_0$ und $\Delta MO_R N$ ähnlich $\Delta O_R R_1 R_0$ sind, 35 gelten die folgenden Gleichungen (1) und (2).

$$(x + B/2)f = a_{L1} \cdot Y \quad (1)$$

$$(-x + B/2)f = a_{R1} \cdot Y \quad (2)$$

40 Aus den Gleichungen (1) und (2) ergibt sich Gleichung (3):

$$y = B \cdot f / (a_{L1} + a_{R1}) \quad (3)$$

Anhand von Gleichung (3) kann die Entfernung y zum Objekt 51 berechnet werden, wenn die Abstände a_{L1} und a_{R1} der Abbildungspositionen L_1 bzw. R_1 von den Punkten L_0 bzw. R_0 bekannt sind.

Es soll nun die Funktion der Entfernungsmessschaltung 66 beschrieben werden. Sie vergleicht seitliche (rechte und linke bzw. obere und untere) Bilddaten 63L und 64R, wie durch ausgezogene Linien in Fig. 8 dargestellt, für einen gesondert eingestellten Entfernungsmessbereich 73 (siehe Fig. 9). Wenn die Bilder nicht übereinstimmen, verschiebt sie beispielsweise die linken Bilddaten 63L nach rechts und die rechten Bilddaten 64R nach links, wie durch die gestrichelten Linien in Fig. 8 angedeutet, um einen Verschiebungsbetrag $(a_{L1} + a_{R1})$ zu ermitteln, der erforderlich ist, um einen Zustand zu erreichen, wo die Bilddaten am weitesten übereinstimmen.

Die rechten und die linken Bilddaten stimmen nicht immer exakt überein, da übereinstimmende Bildpunkte zwischen den räumlichen Pixeln der Sensorfelder 63, 64, das heißt zwischen den Elementen dieser Sensorfelder liegen können.

Auf der Basis des Verschiebungsbetrags $(a_{R1} + a_{L1})$ errechnet die Entfernungsmessschaltung 66 unter Verwendung von 55 Gleichung 3 die Entfernung y zu dem Meßobjekt 51.

Fig. 9 ist eine schematische Zeichnung, die ein normales Bild zeigt, wie man es erhält, wenn der Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug 51a gemessen wird. Gemäß Darstellung ist der Entfernungsmessbereich 73 innerhalb eines Meßgesichtsfeldes 72 eingestellt, und der Abstand zu einem Objekt, das heißt zu dem vorausfahrenden Fahrzeug 51a, innerhalb dieses Entfernungsmessbereichs 73 wird als Fahrzeugabstand auf der Basis des Prinzips der beschriebenen Entfernungsmessung ermittelt.

Wenn man die Abstandsmessvorrichtung 50 innerhalb des Fahrzeugs montiert, ergeben sich bestimmte Vorteile, unter anderem das Entfallen der Notwendigkeit, die Vorrichtung widerstandsfähig gegenüber Staub oder Wasser zu machen, sowie die Möglichkeit an einem regnerischen Tag den Scheibenwischer einzusetzen.

Fig. 10 zeigt schematisch den Einbau der Abstandsmessvorrichtung 50 zwischen dem Innenspiegel 74 des Fahrzeugs und der Windschutzscheibe 75. Die Abstandsmessvorrichtung 50 ist dabei mittels einer Richtungsjustiereinrichtung 76 an dem Innenspiegel 74 fixiert.

Fig. 11 zeigt ein Beispiel eines Winkeleinstellmechanismus für die Abstandsmessvorrichtung 50. Der Winkeleinstellmechanismus setzt sich aus der Richtungsjustiereinrichtung 76, einem Parallelstift 77, einem Fixierbolzen bzw. einer Fi-

xierschraube 78 und einem exzentrischen Antriebsglied 79 zusammen. Die Richtungsjustiereinrichtung 76 ist an einem Teil des Innenspiegels (nicht gezeigt) fixiert. Der Winkel der Abstandsmeßvorrichtung 50 wird wie folgt eingestellt. Der Fixierbolzen 78 wird gelöst, damit das exzentrische Antriebsglied 79 gedreht werden kann. Dadurch kann die Abstandsmeßvorrichtung, die an der Richtungsjustiereinrichtung 76 fixiert ist, um den Parallelstift 77 gedreht werden. Das exzentrische Antriebsglied 79 wird gedreht, um den Winkel (die Richtung) der Abstandsmeßvorrichtung 50 einzustellen, und der Fixierbolzen 78 danach festgezogen.

Die Installation der Abstandsmeßvorrichtung innerhalb des Fahrzeugs bietet die oben beschriebenen Vorteile, führt jedoch auch zu den nachfolgend erläuterten Problemen.

Die Windschutzscheibe 75, die sich zwischen der Abstandsmeßvorrichtung und dem Meßobjekt 51 befindet, bewirkt einen Fehler im Entfernungssignal S65, wodurch die Meßgenauigkeit der Abstandsmeßvorrichtung 50 beeinträchtigt wird. Die Einflüsse der Windschutzscheibe 75 beinhalten ihre ungleichförmige Dicke, einen Unterschied im Lichteinfallwinkel auf die Abbildungslinsen 61, 62 und unterschiedliche Brechzahlen an unterschiedlichen Positionen der Windschutzscheibe 75.

Fig. 12 zeigt die Auswirkung der ungleichförmigen Dicke der Windschutzscheibe 75 auf die Genauigkeit der Entfernungsmessung. Der Einfachheit halber sind in Fig. 12 von im Unendlichen liegenden Punkten ausgehende zur optischen Achse der Abbildungslinse 61 parallele Lichtstrahlen dargestellt, die die Windschutzscheibe 75 mit ungleichförmiger Dicke durchsetzen und auf die Abbildungseinrichtung 52 mit der Abbildungslinse 61 und dem Sensorfeld 63 auftreffen. Dabei wird angenommen, daß die Außenfläche der Windschutzscheibe 75 unter einem Winkel α_L gegenüber der optischen Achse der Abbildungslinse 61 geneigt ist, während ihre Innenfläche zu dieser optischen Achse senkrecht liegt.

Die aus dem Unendlichen kommenden und zur optischen Achse parallelen Lichtstrahlen werden an der Außenfläche und der Innenfläche der Windschutzscheibe 75 gebrochen und sind unter einem Winkel θ_L gegenüber der optischen Achse geneigt, wobei der Winkel durch nachstehende Gleichung (4) gegeben ist:

$$\theta_L \approx (n-1) \cdot \alpha_L \quad (4)$$

In dieser Gleichung bezeichnet n den Brechungsindex (Brechzahl) der Windschutzscheibe 75 für die Wellenlänge des einfallenden Lichts.

Die Abbildungsposition auf dem Sensorfeld 63 wird dadurch gegenüber derjenigen, die sich ergibt, wenn die Windschutzscheibe nicht vorhanden ist, um einen Wert Δa_{L1} verschoben, der durch nachstehende Gleichung gegeben ist

$$\Delta a_{L1} = \theta_L \cdot f \quad (5)$$

In dieser Gleichung bezeichnet f die Brennweite der Abbildungslinse 61.

Die obige Beschreibung bezog sich lediglich auf die eine der Abbildungslinsen 61 und das eine der Sensorfelder 63 der Abbildungseinrichtung 62, es bedarf jedoch keiner Erwähnung, daß für die andere Abbildungslinse 62 und das andere Sensorfeld 64 entsprechendes gilt.

Man kann also davon ausgehen, daß ein die Windschutzscheibe 75 durchsetzender Lichtstrahl gegenüber der optischen Achse der Abbildungslinse 62 um einen Winkel θ_R geneigt ist und der Versatz der Abbildungsposition dieses Lichtstrahls auf dem Sensorfeld 64 (gegenüber derjenigen Abbildungsposition, die sich einstellen würde, wenn die Windschutzscheibe nicht vorhanden wäre) durch Δa_{R1} repräsentiert wird.

Wie aus Fig. 10 ersichtlich, ist dort die Neigung der Normalen auf die Außenfläche und die Innenfläche der Windschutzscheibe gegenüber den einfallenden Lichtstrahlen deutlich größer als im Fall von Fig. 12.

Da die beiden Abbildungslinsen 61 und 62 im Abstand B auseinander liegen, durchsetzen die auf die jeweilige Abbildungslinse auftretenden Lichtstrahlen unterschiedliche Abschnitte 80, 81 (das heißt Lichtdurchlaufabschnitte) der Windschutzscheibe 75. Folglich sind die Dicke der Windschutzscheibe 75 und der Winkel zwischen dem jeweiligen einfallenden Lichtstrahl und der Normalen auf die Windschutzscheibe für die beiden Abschnitte 80, 81 unterschiedlich. Als Folge davon weisen sowohl Δa_{L1} und Δa_{R1} als auch θ_L und θ_R unterschiedliche Werte auf.

Die Differenz zwischen dem jeweiligen Versatz der Abbildungspositionen (Δa_{L1} und Δa_{R1}) ist durch nachfolgende Gleichung (6) gegeben.

$$\Delta a = \Delta a_{L1} - \Delta a_{R1} = f \cdot (\theta_L - \theta_R) \quad (6)$$

Die Größe Δa in Gleichung (6) stellt einen Fehler des Verschiebebetrags und damit einen Fehler des Entfernungssignals S65 dar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Entfernungsmessvorrichtung und ein Entfernungsmessverfahren mit hoher Meßgenauigkeit zu schaffen, die es erlauben, Meßfehler zu korrigieren, die von einem zwischen der Meßvorrichtung und einem Meßobjekt befindlichen Medium, etwa einer Windschutzscheibe herrühren.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Entfernungsmessvorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 5 bzw. ein Verfahren nach Patentanspruch 13 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung und die mit ihr erzielten Vorteile werden nachfolgend im einzelnen anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine konzeptionelle Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 2 eine konzeptionelle Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels,

Fig. 3(a) eine konzeptionelle Darstellung eines vierten Ausführungsbeispiels,

Fig. 3(b) und (c) das Prinzip der Entfernungsmessung bei einem herkömmlichen Kollimator mit Sucher,

Fig. 3(d) ein zweites Beispiel eines herkömmlichen Kollimators mit Sucher,

Fig. 3(e) ein drittes Beispiel des herkömmlichen Kollimators mit Sucher.

Fig. 4 den Aufbau eines fünften Ausführungsbeispiels,

Fig. 5 eine konzeptionelle Darstellung eines siebten Ausführungsbeispiels,

Fig. 6 den Aufbau einer herkömmlichen Abstandsmeßvorrichtung,

Fig. 7 eine Darstellung zur Erläuterung des Prinzips der Entfernungsmessung,

5 Fig. 8 eine Darstellung zur Erläuterung der Arbeitsweise einer Entfernungsmessschaltung,

Fig. 9 eine schematische Ansicht einer Abbildung,

Fig. 10 eine schematische Darstellung der Installation einer Abstandsmeßvorrichtung,

Fig. 11 eine schematische Darstellung eines Winkeleinstellmechanismus der Abstandsmeßvorrichtung, und

10 Fig. 12 eine Darstellung zur Erläuterung der Auswirkungen von Ungleichförmigkeiten einer Windschutzscheibe auf die Genauigkeit der Entfernungsmessung.

Es wird nun zunächst auf Fig. 1 Bezug genommen, die eine in einem Fahrzeug 2 montierte Entfernungsmessvorrichtung und ein im Abstand y_0 von dieser angeordnetes Referenzobjekt zeigt. Bei dem Referenzobjekt 1 handelt es sich um eine Karte bzw. ein Testblatt. Das Muster eines Testblatts 1a besteht aus einem schwarzen Feld mit einer einzelnen horizontalen weißen Linie darin. Das Testblatt 1b besteht aus einem schwarzen Feld mit einer einzelnen diagonal verlaufenden weißen Linie darin. Das Testblatt 1c besteht aus einem weißen Feld mit drei horizontalen schwarzen Linien darin.

15 Eine Abbildung des Referenzobjekts 1 wird auf den optischen Sensorfeldern 63, 64 der Abstandsmeßvorrichtung 3 gebildet. Der optische und elektrische Aufbau der Abstandsmeßvorrichtung 3 ist im wesentlichen der gleiche wie der in Fig. 6 dargestellte, so daß die nachfolgende Beschreibung auf die Bezugszahlen in Fig. 6 zurückgreift.

20 Mit der einleitend beschriebenen Prozedur wird die Entfernung zu dem Referenzobjekt gemessen und der Verschiebungsbetrag als Größe a_0 ermittelt (entsprechend $a_{R1} + a_{L1}$ gemäß Gleichung (3), die sich bei der Messung der Entfernung zu dem Referenzobjekt ergeben).

In der Entfernungsmessschaltung 66 wird der voreingestellte Abstand y_0 zwischen der Meßvorrichtung 3 und dem Referenzobjekt 1 genauso gespeichert wie der Verschiebungsbetrag a_0 , der sich bei der Messung der Entfernung zu dem Referenzobjekt 1 ergibt. Bei diesem Ausführungsbeispiel werden die Entfernung y_0 und der Verschiebungsbetrag a_0 dazu verwendet, Meßfehler zu korrigieren, die von der Windschutzscheibe 75 verursacht werden. Diese Korrektur der Meßfehler wird nachstehend erläutert.

Der Versatz der Abbildungspositionen auf den Sensorfeldern, der von der Windschutzscheibe 75 herrührt, wird mit Δa_R bzw. Δa_L bezeichnet, während der den Versatz enthaltende gemessene Verschiebungsbetrag mit a bezeichnet wird.

30 Die genaue Entfernung y zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und dem Meßobjekt 51 ist durch Gleichung (7) gegeben, wenn der Versatz der Abbildungsposition, der von der Windschutzscheibe 75 herrührt, berücksichtigt wird:

$$y = \frac{B \cdot f}{a + \Delta a} \quad (7)$$

35 In Gleichung (7) bezeichnet Δa die Differenz $\Delta a_R - \Delta a_L$ zwischen dem jeweiligen Versatz der Abbildungspositionen, und somit den Fehler bei der Entfernungsmessung. B ist der Abstand zwischen den optischen Achsen der Abbildungslinsen 61 und 62, und f ist die Brennweite der Abbildungslinsen. Der Abstand B und die Brennweite f sind im allgemeinen vorgegeben. Wenn man y mittels einer gesonderten Meßeinrichtung mißt, können die Werte von B und f anhand von Gleichung (7) errechnet werden. Aufgrund von Gleichung (7) kann somit die genaue Entfernung y zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und dem Meßobjekt 51 dadurch ermittelt werden, daß Δa ermittelt wird.

40 Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Differenz Δa zwischen dem jeweiligen Versatz der Abbildungspositionen unter Verwendung der Entfernung y_0 und des Verschiebungsbetrags a_0 ermittelt, die sich bei der Messung der Entfernung zu dem Referenzobjekt 1 ergeben. Damit läßt sich Gleichung (8) aus Gleichung (7) ableiten:

$$45 \quad y = \frac{1}{\frac{a - a_0}{B \cdot f} + \frac{1}{y_0}} \quad (8)$$

50 Auf der Grundlage von Gleichung (8) ermittelt die Entfernungsmessschaltung 66 die genaue Entfernung y zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und dem Meßobjekt 51 in Form des Abstandssignals S65. Dabei bezeichnet a in Gleichung (8) den Verschiebungsbetrag, der ermittelt wird, wenn der Abstand zu dem eigentlichen Meßobjekt 51, etwa einem vorausfahrenden Fahrzeug gemessen wird.

55 Nachfolgend wird ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Das zweite Ausführungsbeispiel zeichnet sich dadurch aus, daß die Richtung der Abstandsmeßvorrichtung 3 des ersten Ausführungsbeispiels mittels des Richtungsjustiermechanismus (siehe Fig. 11) der Abstandsmeßvorrichtung 3 so eingestellt wird, daß eine Abbildung des Referenzobjekts 1, das an einer vorbestimmten Position angeordnet ist, an vorbestimmten Positionen auf den Sensorfeldern 63, 64 der Abstandsmeßvorrichtung 3 erzeugt wird.

60 Die Richtung der Abstandsmeßvorrichtung 3 wird so eingestellt, daß eine Abbildung des Referenzobjekts 1 nahezu in der Mitte des jeweiligen Sensorfelds 63, 64 erzeugt wird. Die Prozedur zur Richtungseinstellung ist die gleiche, wie sie bezüglich des Standes der Technik beschrieben wurde.

Dieses Ausführungsbeispiel eignet sich insbesondere dann, wenn der Gesichtswinkel der Abbildungseinrichtung 52 klein ist.

65 Fig. 2 zeigt eine konzeptionelle Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Bei diesem dritten Ausführungsbeispiel wird ein Kollimator 4 als Referenzobjekt 1 verwendet. Der Kollimator kann aus den nachfolgend beschriebenen Gründen an einer beliebigen Position angeordnet werden.

Der Kollimator 4 enthält in an sich bekannter Weise eine Kollimatorlinse 5 mit einer Brennweite f_1 und ein im Abstand der Brennweite von der Linse angeordnetes Testblatt 6. Als Beleuchtungseinrichtung für das Testblatt 6 kann natürliches

Licht dienen, oder Rücklicht 7, das das Testblatt 6 aus der der Kollimatorlinse entgegengesetzten Richtung her beleuchtet.

Da das Testblatt 6 in der Brennebene der Kollimatorlinse 5 liegt, befindet es sich für die Abstandsmeßvorrichtung 3 an einem im Unendlichen liegenden Punkt. Daher kann die tatsächliche Entfernung zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und dem Kollimator 4 beliebig sein.

Die Prozedur zur Messung der Entfernung ist bei diesem Ausführungsbeispiel nahezu die gleiche wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel. Sie unterscheidet sich von der des ersten Ausführungsbeispiels darin, daß die Entfernung y_0 zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und dem Referenzobjekt 1 nicht gemessen zur werden braucht und die genaue Entfernung y zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und dem eigentlichen Meßobjekt 51 unter Verwendung der nachstehenden Gleichung (9) anstelle der Gleichung (8) ermittelt wird:

$$y = B \cdot f/(a-a') \quad (9)$$

In Gleichung (9) bezeichnet a' den Verschiebungsbetrag, der sich ergibt, wenn die Entfernung unter Verwendung des Kollimators 4 als Referenzobjekt 1 gemessen wird, während a den Verschiebungsbetrag bezeichnet, der sich ergibt, wenn die Entfernung zu dem eigentlichen Meßobjekt 51 gemessen wird. Die Größen B und f haben die gleiche Bedeutung wie in Gleichung (7).

Die Einstellung der Richtung der Abstandsmeßvorrichtung 3 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel kann auch bei dem dritten Ausführungsbeispiel vorgenommen werden.

Fig. 3 zeigt eine konzeptionelle Darstellung eines vierten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Dieses unterscheidet sich von dem dritten Ausführungsbeispiel darin, daß der Kollimator 4 zur Einstellung seiner Richtung mit einem Sucher versehen ist. Der Kollimator 4 ist auf einem Stativ 8 montiert, welches in einem vorbestimmten Abstand zum Fahrzeug 2 angeordnet wird, wie in Fig. 3(a) gezeigt.

Der Kollimator 4 enthält einen Sucher 10a mit einer zur optischen Achse der Kollimatorlinse 5 koaxialen (oder einer zu ihr senkrechten) Achse und einen Halbspiegel 11 zur Umlenkung von Lichtstrahlen von der Kollimatorlinse 5 zu dem Sucher 10a, wie in Fig. 3(b) gezeigt.

Die Entfernungsmessprozedur bei dem vierten Ausführungsbeispiel wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Fig. 3(b) und (c) erläutert. Ein Betrachter blickt durch den Sucher 10a und benutzt einen Fokussiermechanismus 13 zur Bewegung der Kollimatorlinse 5 längs deren optischer Achse, um den Brennpunkt zu justieren (Fig. 3(b)), und stellt die Richtung des Kollimators 4 durch Justierung des Stativs so ein, daß eine Abbildung der in dem Fahrzeug 2 montierten Abstandsmeßvorrichtung 3 in der Mitte des Gesichtsfeldes des Suchers 10a erzeugt wird. Unter Beibehaltung der Ausrichtung des Kollimators 4 wird der Fokussiermechanismus 13 dazu verwendet, den Kollimator so an einer bestimmten Stelle zur fixieren, daß eine Abbildung des Testblatts von der Kollimatorlinse 5 im Unendlichen liegt (Fig. 3(c)).

Diese Prozedur wird für einen herkömmlichen Kollimator mit Fokussiermechanismus 13 für die Kollimatorlinse 5 benutzt, wobei, wenn die Kollimatorlinse 5 so eingestellt wird, daß eine Abbildung des Testblatts im Unendlichen liegt, die Ausrichtung des Kollimators 4 fehlerhaft werden oder die Abbildung des Testblatts gegenüber einem Punkt im Unendlichen versetzt werden kann, was die Genauigkeit der Entfernungsmessung beeinträchtigt.

Es ist daher wünschenswert, das zweite Beispiel eines Kollimators mit Sucher gemäß Darstellung in Fig. 3(d) einzusetzen, um die Richtung des Kollimators einzustellen.

Der Sucher 10b wird hier so eingestellt, daß er auf eine voreingestellte endliche Entfernung fokussiert ist (das heißt die Entfernung zwischen dem Kollimator 4 und der Abstandsmeßvorrichtung 3), während die Abbildung des Testblatts so eingestellt wird, daß sie unter Verwendung der fixierten Kollimatorlinse 5 an einem Punkt im Unendlichen liegt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel kann das genannte Problem einfach dadurch gelöst werden, daß der Kollimator 4 an einer voreingestellten endlichen Entfernung angeordnet wird (der Kollimator ist in diesem Zustand bereits fokussiert), und das Stativ 8 so eingestellt wird, daß eine Abbildung der Abstandsmeßvorrichtung 3 in der Mitte des Gesichtsfeldes des Suchers 10b erzeugt wird, um die Richtung des Kollimators 4 einzustellen.

Es ist natürlich möglich, den Sucher 10b mit einem Fokussiermechanismus zu versehen (beispielsweise einem Mechanismus zur Bewegung eines Okulars in dem Sucher 10b längs der Richtung der optischen Achse).

Wie oben beschrieben, wird, nachdem die Ausrichtung des Kollimators 4 eingestellt wurde, die Richtung der Abstandsmeßvorrichtung 3 gemäß der beim zweiten Ausführungsbeispiel erläuterten Prozedur eingestellt. Schließlich wird die genaue Entfernung zu dem eigentlichen Meßobjekt 51 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel ermittelt.

Fig. 3(e) zeigt ein drittes Beispiel eines Kollimators mit Sucher. In diesem Fall liegt die optische Achse des Suchers 10c parallel zur optischen Achse der Kollimatorlinse 5.

In diesem Fall blickt der Betrachter zuerst durch den Sucher 10c und benutzt einen Fokussiermechanismus (nicht gezeigt), der in dem Sucher 10c vorgesehen ist, um den Brennpunkt einzustellen und stellt die Richtung des Kollimators 4 durch Einstellung des Stativs 8 so ein, daß eine Abbildung der in dem Fahrzeug 2 montierten Abstandsmeßvorrichtung 3 in der Mitte des Gesichtsfeldes des Suchers 10c erzeugt wird. Die Richtung der Abstandsmeßvorrichtung 3 wird dann gemäß der in Verbindung mit dem zweiten Ausführungsbeispiel beschriebenen Prozedur eingestellt. Schließlich wird die genaue Entfernung zu dem eigentlichen Meßobjekt 51 entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel bestimmt.

Fig. 4 zeigt die Konfiguration eines fünften Ausführungsbeispiels der Erfindung. Bei diesem fünften Ausführungsbeispiel ist die Abstandsmeßvorrichtung 3 mit einem Sucher versehen. Der Sucher 12a ist in der Mitte zwischen den beiden Abbildungslinsen 61, 62 der Abstandsmeßvorrichtung 3 in solcher Weise angeordnet, daß die optische Achse des Suchers 12a parallel zu denen der Abbildungslinsen liegt. Der Betrachter blickt durch den Sucher 12a, um die Ausrichtung der Abstandsmeßvorrichtung 3 unter Verwendung des Richtungseinstellmechanismus so einzustellen, daß eine Abbildung des Referenzobjekts 1 oder des Testblatts 6 des Kollimators 4 innerhalb des Gesichtsfeldes erzeugt wird. Die Abstandsmeßung erfolgt auf gleiche Weise wie bei dem ersten oder dem dritten Ausführungsbeispiel.

Fig. 4 zeigt zugleich eine Modifikation des fünften Ausführungsbeispiels, bei der ein Sucher 12b abnehmbar unter der Abstandsmeßvorrichtung 3 vorgesehen ist. Auch hier ist seine optische Achse parallel zu denen der Abbildungslinsen 61.

62. Der Sucher 12b kann nach den Messungen unter Verwendung des Referenzobjekts 1 oder des Kollimators 4 von der Abstandsmeßvorrichtung 3 abgenommen werden.

Ein sechstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel dadurch, daß die Entfernung zu dem Referenzobjekt 1 zwei oder mehrmals, jeweils mit anderen Positionen des Referenzobjekts 1 gemessen wird. Dies soll nachfolgend anhand des Beispiels zweier verschiedener Positionen erläutert werden.

Für die einzelnen Positionen wird der Abstand zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und dem Referenzobjekt 1 mit y_1 bzw. y_2 bezeichnet und der jeweils gemessene Verschiebungsbetrag mit a_1 bzw. a_2 . Die genaue Entfernung zu einem Meßobjekt 51 ergibt sich dann aus der nachfolgenden Gleichung (10).

$$y = \frac{1}{\left(\frac{1}{y_1} - \frac{1}{y_2}\right) \cdot \frac{a - a_1}{a_1 - a_2} + \frac{1}{y_1}} \quad (10)$$

Wie ein Vergleich der Gleichung (10) mit der beim ersten Ausführungsbeispiel verwendeten Gleichung (8) zeigt, enthält die Gleichung (10) weder den Abstand B zwischen den optischen Achsen der Abbildungslinsen 61, 62, noch ihre Brennweite f. Abweichungen des Abstands B oder der Brennweite f von ihrem jeweiligen Sollwert würden daher bei diesem Ausführungsbeispiel nicht zu einem Meßfehler führen.

Die Entfernungsmesßschaltung 66 speichert die Abstände y_1 , y_2 sowie die Verschiebungsbeträge a_1 , a_2 und berechnet die Entfernung zum Meßobjekt auf der Basis der Gleichung (10).

Fig. 5 zeigt eine konzeptionelle Ansicht eines siebten Ausführungsbeispiels. Das siebte Ausführungsbeispiel zeichnet sich dadurch aus, daß in dem in den Fig. 2 und 3 gezeigten Kollimator 4 das Testblatt 6 längs der optischen Achse der Kollimatorlinse 5 beweglich ist, um die Entfernung zu messen, wenn das Testblatt 6 an zwei oder mehr Positionen unterschiedlichen Abstands von der Meßvorrichtung angeordnet ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel muß der Abstand x des Testblatts 6 von der Brennebene der Kollimatorlinse 5 gemessen werden. Dies kann beispielsweise mit Hilfe eines linearen Encoders (nicht gezeigt) erfolgen.

Wenn der Abstand x gegenüber dem Wert der Brennweite f_1 der Kollimatorlinse 5 vernachlässigbar ist, ergibt sich der Abstand y'' zwischen der Kollimatorlinse 5 und der Ebene, auf der ein virtuelles Bild des Testblatts 5 erzeugt wird, zu $(f_1)^2/x$. Wenn weiterhin der Abstand y' zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und der Kollimatorlinse (siehe Fig. 5) gegenüber dem zuvor definierten Abstand y'' vernachlässigbar ist, kann der Abstand y'' als der Abstand zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und dem Testblatt 6 betrachtet werden.

Wenn alle diese Bedingungen erfüllt sind, kann die exakte Entfernung y zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und einem eigentlichen Meßobjekt 51 durch Bewegen des Testblatts 6 zu einer, zwei oder mehreren anderen Positionen als der Brennpunktposition und Verwenden des an den einzelnen Positionen ermittelten Verschiebungsbetrags anhand von Gleichung (8) oder (10) ermittelt werden, wenn der Wert y'' als der Abstand zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und dem Testblatt 6 betrachtet wird.

Obwohl diese Ausführungsbeispiele in Verbindung mit der Korrektur von Fehlern beschrieben wurden, die von der Windschutzscheibe 75 zwischen der Abstandsmeßvorrichtung 3 und dem Meßobjekt 51 herrühren, ist die vorliegende Erfindung auf diesen Aspekt nicht beschränkt. Wenn beispielsweise ein Fensterglas in einem Lichtempfangsabschnitt eines Gehäuses oder einer Umhüllung der Abstandsmeßvorrichtung 3 vorhanden ist, können von diesem Fensterglas herrührende Fehler korrigiert werden, um eine genaue Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt zu ermöglichen und dadurch die Notwendigkeit eines teuren und präzisen Glases oder eines entsprechenden Kunststoffteiles zu beseitigen und die Kosten zu reduzieren.

Weiterhin kann die Abstandsmeßvorrichtung 3 außerhalb eines Fahrzeugs als allgemeine Entfernungsmesßvorrichtung verwendet werden. Wenn kein möglicherweise zu einem Fehler führendes Medium, wie etwa eine Windschutzscheibe, zwischen der Entfernungsmesßvorrichtung und dem Referenzobjekt 1 vorhanden ist, kann mittels der Erfindung die Entfernungsmesßvorrichtung bewertet werden (das heißt ihre Genauigkeit geprüft werden) oder die Werte B und f können berechnet werden, wie durch Gleichung (8) beschrieben.

Wie voranstehend beschrieben, können selbst wenn ein Medium, etwa eine Windschutzscheibe, zwischen der Entfernungsmesßvorrichtung und dem Meßobjekt vorhanden ist, von dem Medium verursachte Meßfehler korrigiert werden, so daß eine Entfernungsmesßvorrichtung mit hoher Meßgenauigkeit geschaffen wird.

Da das Vorhandensein solch eines Mediums die Meßgenauigkeit nicht beeinträchtigt, kann eine Fahrzeugabstandsmeßvorrichtung innerhalb eines Fahrzeugs montiert werden, was die Notwendigkeit für einen Staub- und Wasserschutz beseitigt, ohne die Genauigkeit zu beeinträchtigen.

Selbst im Fall einer anderen Fehlerursache als der eines Mediums zwischen der Entfernungsmesßvorrichtung und dem Meßobjekt (beispielsweise eine herstellungsbedingte Abweichung der Brennweite der Abbildungslinsen, die Bestandteil der Entfernungsmesßvorrichtung sind, oder des Abstands zwischen den optischen Achsen der beiden Abbildungslinsen vom Sollwert), kann dieser Fehler korrigiert werden, womit eine Entfernungsmesßvorrichtung mit höherer Meßgenauigkeit geschaffen wird (Patentanspruch 2).

Bei der Entfernungsmesßvorrichtung gemäß Patentanspruch 3 kann die Entfernung zwischen der Entfernungsmesßvorrichtung und dem Kollimator beliebig sein, so daß bei geringem Raumbedarf ein bequemes Arbeiten ermöglicht wird.

Bei den Weiterbildungen der Erfindung gemäß den Patentansprüchen 7 bis 12 kann die Richtung bzw. Ausrichtung der Entfernungsmesßvorrichtung leicht und zuverlässig bestimmt werden, womit der Betrachter entlastet wird und eine Entfernungsmesßvorrichtung mit hoher Meßgenauigkeit geschaffen wird.

Patentansprüche

1. Entfernungsmesßvorrichtung, umfassend eine Abbildungseinrichtung (52) mit zwei Abbildungslinsen (61, 62)

- und zwei optischen Sensorfeldern (63, 64) sowie eine Arithmetikeinheit (53) zur Berechnung der Entfernung zwischen einem Meßobjekt (51) und zwei mittels der Abbildungseinrichtung erhaltenen Bildern des Meßobjekts auf der Basis der Triangulation, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Arithmetikeinheit unter Verwendung des Verschiebungsbetrags, der ermittelt wird, wenn die Entfernung zu einem Referenzobjekt (1) gemessen wird, und der bekannten Entfernung zu dem Referenzobjekt (1) die Differenz zwischen den jeweiligen Versatzwerten von Abbildungspositionen auf den Sensorfeldern (63, 64) ermittelbar ist, welche von einem zwischen dem Meßobjekt und den Sensorfeldern vorhandenen Medium herrühren, wobei die Differenz zwischen den Versatzwerten der Abbildungspositionen und der Verschiebebetrag, der bei Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt ermittelt wird, zur Bestimmung der Entfernung zu dem Meßobjekt benutzt werden. 5
2. Entfernungsmeßvorrichtung, umfassend eine Abbildungseinrichtung (52) mit zwei Abbildungslinsen (61, 62) und zwei optischen Sensorfeldern (63, 64) sowie eine Arithmetikeinheit (53) zur Berechnung der Entfernung zwischen einem Meßobjekt (51) und zwei mittels der Abbildungseinrichtung erhaltenen Bildern des Meßobjekts auf der Basis der Triangulation, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Arithmetikeinheit (53) anhand der Verschiebungsbeträge, die ermittelt werden, wenn die jeweilige Entfernung zu einem Referenzobjekt (1) an zwei oder mehr verschiedenen Positionen unterschiedlichen Abstands von den Sensorfeldern (63, 64) gemessen wird, erhalten werden, und den bekannten Werten dieser Entfernungen zu dem Meßobjekt die Differenz zwischen den jeweiligen Versatzwerten von Abbildungspositionen auf den Sensorfeldern, welche von einem zwischen dem Meßobjekt und den Sensorfeldern vorhandenen Medium herrühren, ermittelbar sind, wobei die Differenz zwischen den Versatzwerten der Abbildungspositionen und der Verschiebebetrag, der ermittelt wird, wenn die Entfernung zu dem Meßobjekt gemessen wird, zur Bestimmung der Entfernung zu dem Meßobjekt verwendet werden. 10 15 20
3. Entfernungsmeßvorrichtung, umfassend eine Abbildungseinrichtung (52) mit zwei Abbildungslinsen (61, 62) und zwei optischen Sensorfeldern (63, 64) sowie eine Arithmetikeinheit (53) zur Berechnung der Entfernung zwischen einem Meßobjekt (51) und zwei mittels der Abbildungseinrichtung erhaltenen Bildern des Meßobjekts auf der Basis der Triangulation, dadurch gekennzeichnet, daß als ein Referenzobjekt ein Kollimator (4) mit einer Kollimatorlinse (5) und einem Testblatt (6), welches in der Brennebene der Kollimatorlinse angeordnet ist, verwendet wird, und daß die Arithmetikeinheit (53) den Verschiebungsbetrag, der von einer Abbildung des Testblatts ermittelt wird, und dem Verschiebungsbetrag, der bei der Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt ermittelt wird, zur Bestimmung der Entfernung zur dem Meßobjekt verwendet. 25
4. Entfernungsmeßvorrichtung, umfassend eine Abbildungseinrichtung (52) mit zwei Abbildungslinsen (61, 62) und zwei optischen Sensorfeldern (63, 64) sowie eine Arithmetikeinheit (53) zur Berechnung der Entfernung zwischen einem Meßobjekt (51) und zwei mittels der Abbildungseinrichtung erhaltenen Bildern des Meßobjekts auf der Basis der Triangulation, dadurch gekennzeichnet, daß als ein Referenzobjekt ein Kollimator (4) mit einer Kollimatorlinse (5) und einem Testblatt (6) verwendet wird, welches in einem vorbestimmten Abstand von der Brennebene der Kollimatorlinse angeordnet ist, und daß die Arithmetikeinheit (53) den Abstand des Testblatts (6) von der Brennebene sowie die Brennweite der Kollimatorlinse zur Ermittlung eines Pseudoabstands des Testblatts verwendet und den Pseudoabstand des Testblatts, den Verschiebungsbetrag, der sich von einem Bild des Testblatts ergibt, sowie dem Verschiebungsbetrag, der sich ergibt, wenn die Entfernung zu dem Meßobjekt gemessen wird, zur Bestimmung der Entfernung zu dem Meßobjekt verwendet. 30 35
5. Entfernungsmeßvorrichtung, umfassend eine Abbildungseinrichtung (52) mit zwei Abbildungslinsen (61, 62) und zwei optischen Sensorfeldern (63, 64) sowie eine Arithmetikeinheit (53) zur Berechnung der Entfernung zwischen einem Meßobjekt (51) und zwei mittels der Abbildungseinrichtung erhaltenen Bildern des Meßobjekts auf der Basis der Triangulation, dadurch gekennzeichnet, daß als ein Referenzobjekt ein Kollimator (4) mit einer Kollimatorlinse (5), einem Testblatt (6), das längs der optischen Achse der Kollimatorlinse gegenüber deren Brennebene verschiebbar ist, und einer Meßeinrichtung zur Ermittlung des Abstands des Testblatts von der Brennebene verwendet wird, daß das Testblatt längs der optischen Achse der Kollimatorlinse verschoben wird, und daß die Arithmetikeinheit (53) den mittels der Meßeinrichtung ermittelten Abstand und die Brennweite der Kollimatorlinse zur Bestimmung eines Pseudoabstands des Testblatts (6) verwendet und den Pseudoabstand des Testblatts, den Verschiebungsbetrag, der anhand einer Abbildung des Testblatts ermittelt wird, sowie dem Verschiebungsbetrag, der sich bei der Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt ergibt, zur Bestimmung der Entfernung zu dem Meßobjekt verwendet. 40 45 50
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kollimator (4) einen Sucher (10a, 10b, 10c) aufweist, der eine mit der optischen Achse des Kollimators identische, zu ihr senkrechte oder zu ihr parallele optische Achse aufweist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Sucher in einem vorbestimmten endlichen Abstand fokussierbar ist. 55
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Sucher einen Fokussiermechanismus umfaßt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kollimator (4) einen Sucher (10a, 10b) mit einer zur optischen Achse des Kollimators koaxialen optischen Achse aufweist, und den Brennpunkt durch Bewegen der Kollimatorlinse (5) längs deren optischer Achse einstellt.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Richtungseinstellmechanismus (76) zur Einstellung des Montagewinkels der Vorrichtung derart aufweist, daß eine Abbildung des Referenzobjekts an vorbestimmten Positionen der Sensorfelder (63, 64) erzeugbar sind. 60
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Sucher (12a, 12b) aufweist, dessen optische Achse parallel zu den optischen Achsen der Abbildungslinsen (61, 62) verläuft.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Sucher (12b) abnehmbar ist. 65
13. Verfahren zu Messung der Entfernung zwischen einer Entfernungsmeßvorrichtung (3) und einem Meßobjekt (51), bei dem mittels zweier Abbildungslinsen (61, 62) auf zwei optischen Sensorfeldern (63, 64) eine jeweilige Abbildung des Meßobjekts erzeugt wird und die gesuchte Entfernung aus den Abbildungspositionen (L_1 , R_1) auf den

Sensorfeldern relativ zu Bezugspositionen (L_0, R_0) nach dem Prinzip der Triangulation berechnet wird, wobei sich zwischen der Entfernungsmeßvorrichtung (3) und dem Meßobjekt ein die Abbildungspositionen beeinflussendes Medium (75) befindet, dadurch gekennzeichnet, daß die gesuchte Entfernung unter Verwendung der relativen Abbildungspositionen (L_1, R_1), die sich bei Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt (51) ergeben, und eines gespeicherten Korrekturwerts berechnet wird, wobei der Korrekturwert dadurch ermittelbar ist, daß die bekannte Entfernung zu einem Referenzobjekt (1; 4) gemessen wird und als Korrekturwert die Differenz zwischen den bei dieser Messung erhaltenen relativen Abbildungspositionen und den der bekannten Entfernung tatsächlich entsprechenden relativen Abbildungspositionen bestimmt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die gesuchte Entfernung y errechnet wird aus

$$y = \frac{B \cdot f}{a + \Delta a},$$

worin

B der Abstand zwischen den optischen Achsen der beiden Abbildungslinsen (61, 62) ist,

f die Brennweite der beiden Abbildungslinsen (61, 62) ist,

$a = |L_0 - L_1| + |R_0 - R_1|$ einen Verschiebungsbetrag darstellt, wobei L_1, R_1 die jeweiligen Abbildungspositionen auf den Sensorfeldern bei Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt (51) und L_0, R_0 die jeweiligen Bezugspositionen auf den Sensorfeldern bezeichnen, und

$\Delta a = (1/y_0) - a_0 / (B \cdot f)$, wobei y_0 die bekannte Entfernung zu dem Referenzobjekt ist und a_0 dem Verschiebungsbetrag a bei Messung der Entfernung zu dem Referenzobjekt entspricht.

15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß als Referenzobjekt ein in unendlicher Entfernung von der Entfernungsmeßvorrichtung (3) liegendes virtuelles Bild verwendet wird und die gesuchte Entfernung y errechnet wird aus $y = B \cdot f / (a - a')$, worin

B der Abstand zwischen den optischen Achsen der beiden Abbildungslinsen (61, 62) ist,

f die Brennweite der beiden Abbildungslinsen (61, 62) ist,

$a = |L_0 - L_1| + |R_0 - R_1|$ einen Verschiebungsbetrag darstellt, wobei L_1, R_1 die jeweiligen Abbildungspositionen auf den Sensorfeldern bei Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt (51) und L_0, R_0 die jeweiligen Bezugspositionen auf den Sensorfeldern bezeichnen, und

a' der Verschiebungsbetrag bei Messung der Entfernung zu dem Referenzobjekt ist.

16. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die gesuchte Entfernung y errechnet wird aus

$$y = \frac{1}{\left(\frac{1}{y_1} - \frac{1}{y_2} \right) \cdot \frac{a - a_1}{a_1 - a_2} + \frac{1}{y_1}},$$

worin

$a = |L_0 - L_1| + |R_0 - R_1|$ einen Verschiebungsbetrag darstellt, wobei L_1, R_1 die jeweiligen Abbildungspositionen auf den Sensorfeldern bei Messung der Entfernung zu dem Meßobjekt (51) und L_0, R_0 die jeweiligen Bezugspositionen auf den Sensorfeldern bezeichnen,

y_1 und a_1 eine erste bekannte Entfernung des Referenzobjekts bzw. der Verschiebungsbetrag bei Messung der ersten bekannten Entfernung zu dem Referenzobjekt sind und

y_2 und a_2 eine zweite bekannte Entfernung des Referenzobjekts bzw. der Verschiebungsbetrag bei Messung der zweiten bekannten Entfernung zu dem Referenzobjekt sind.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

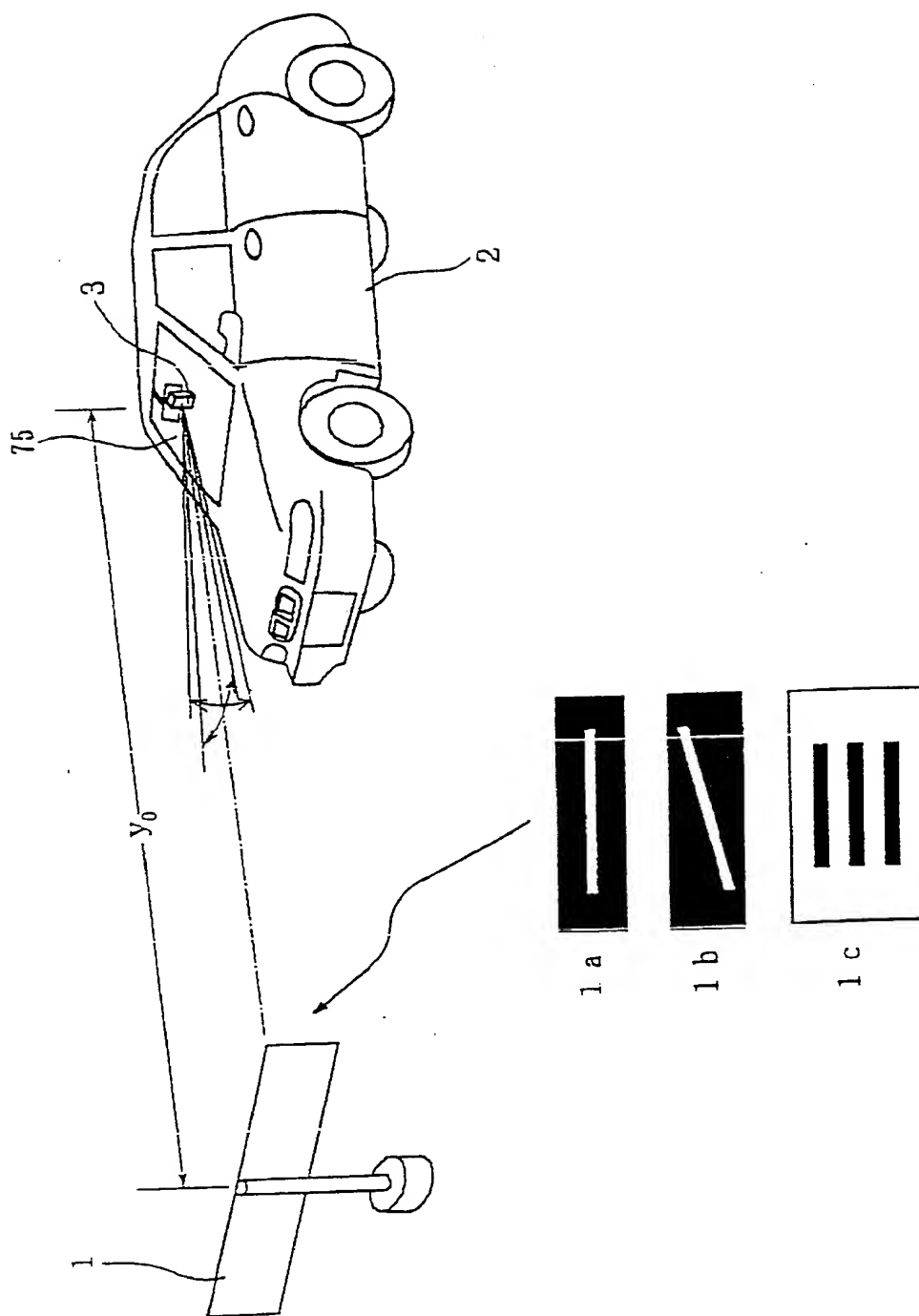


Fig. 2

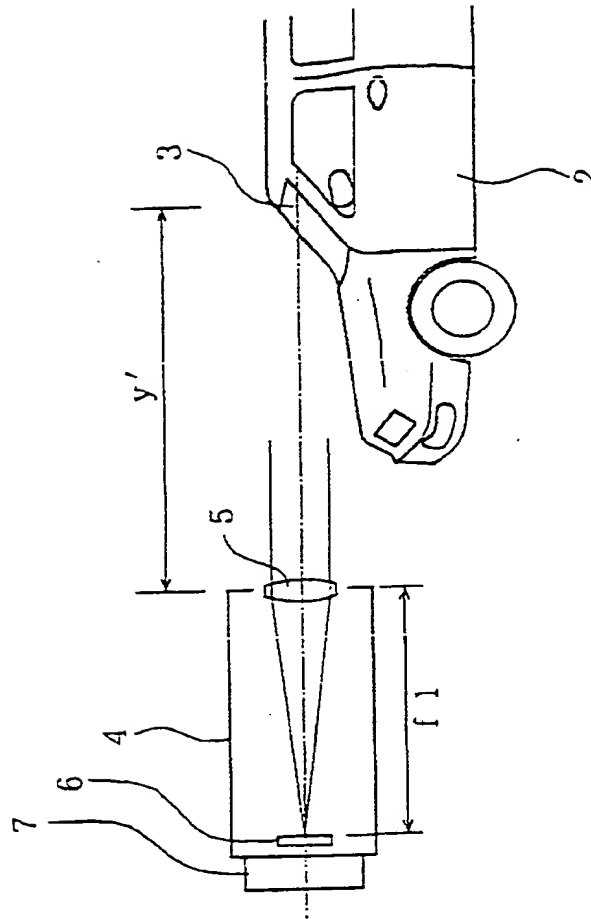


Fig. 3

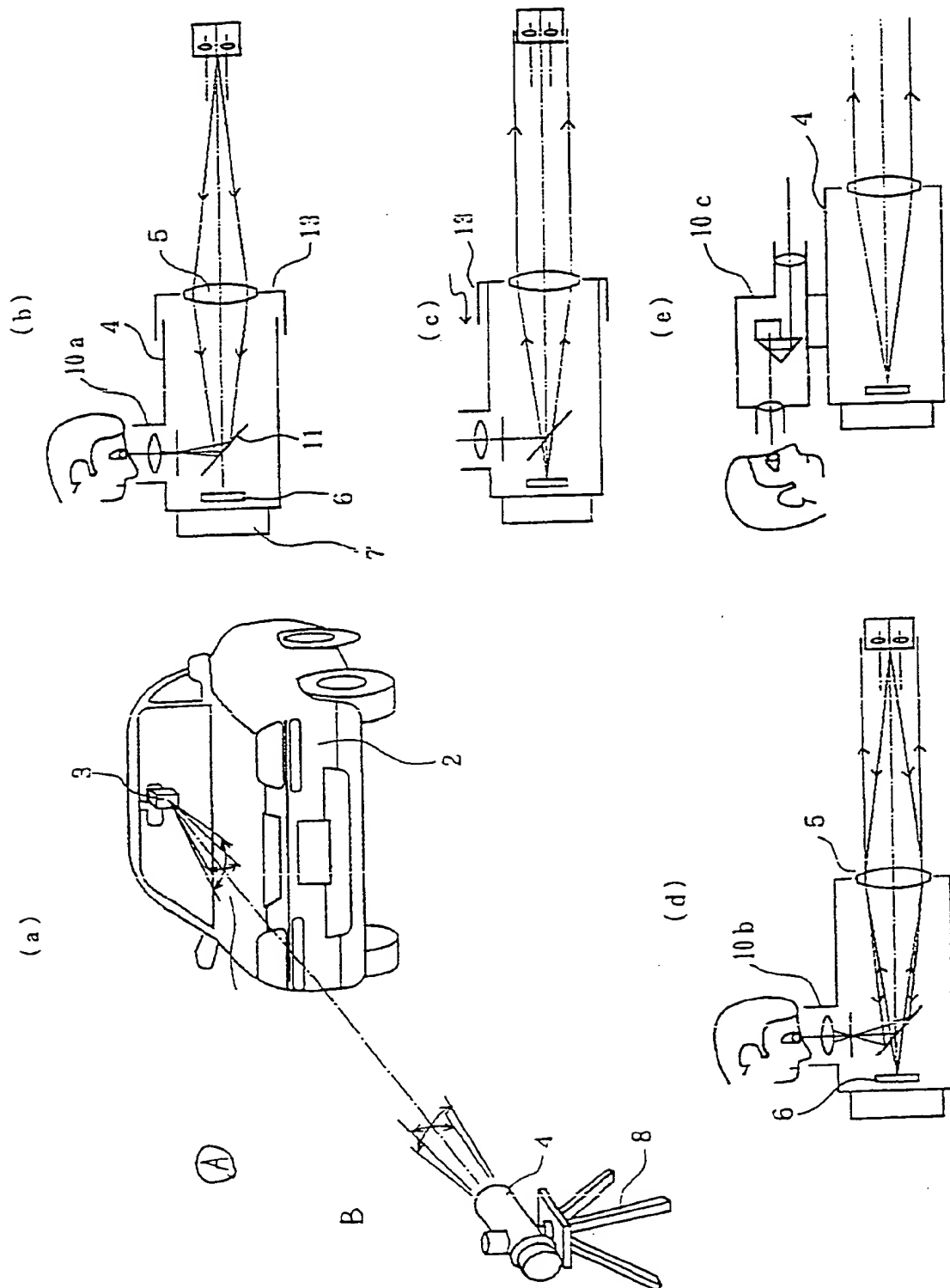


Fig. 4

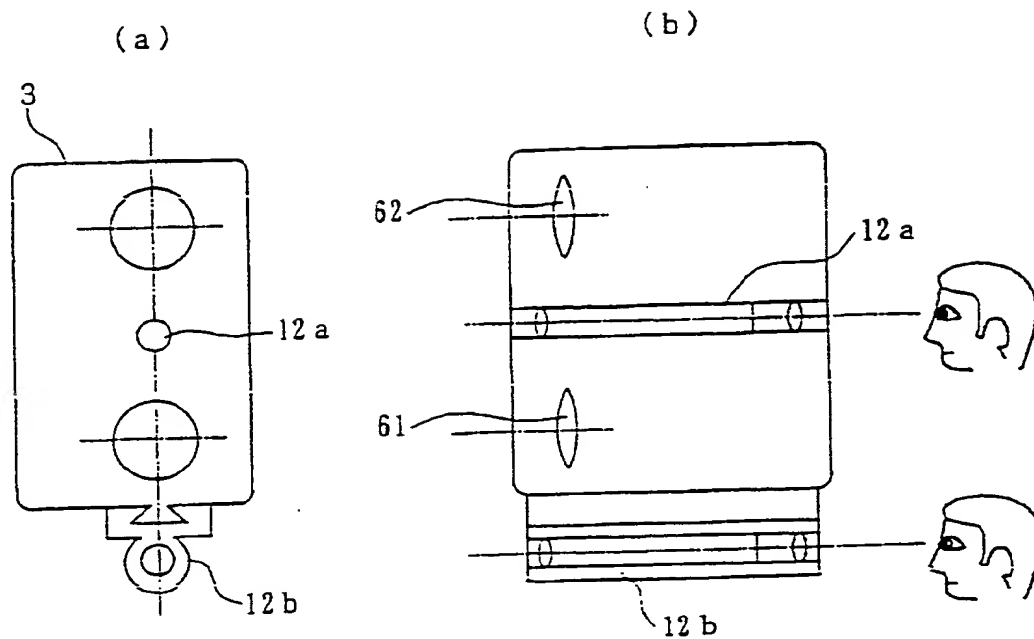


Fig. 5

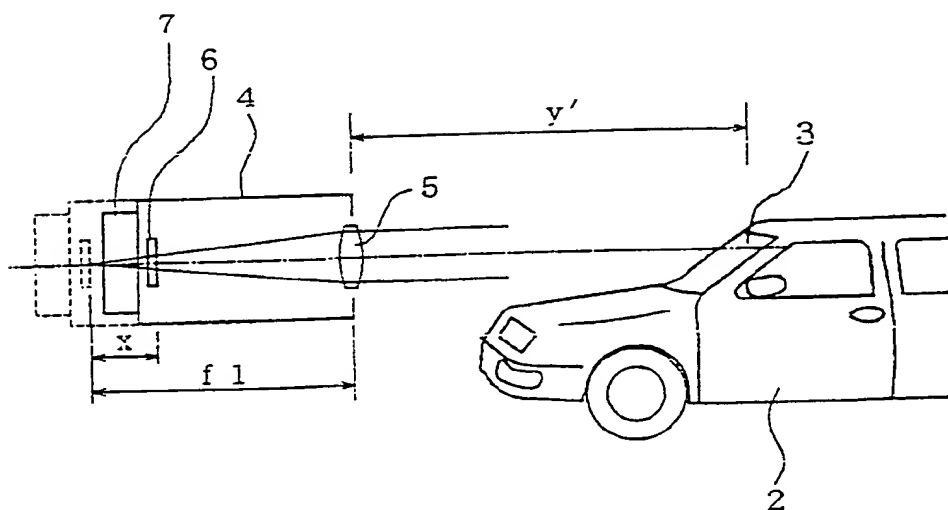


Fig. 6

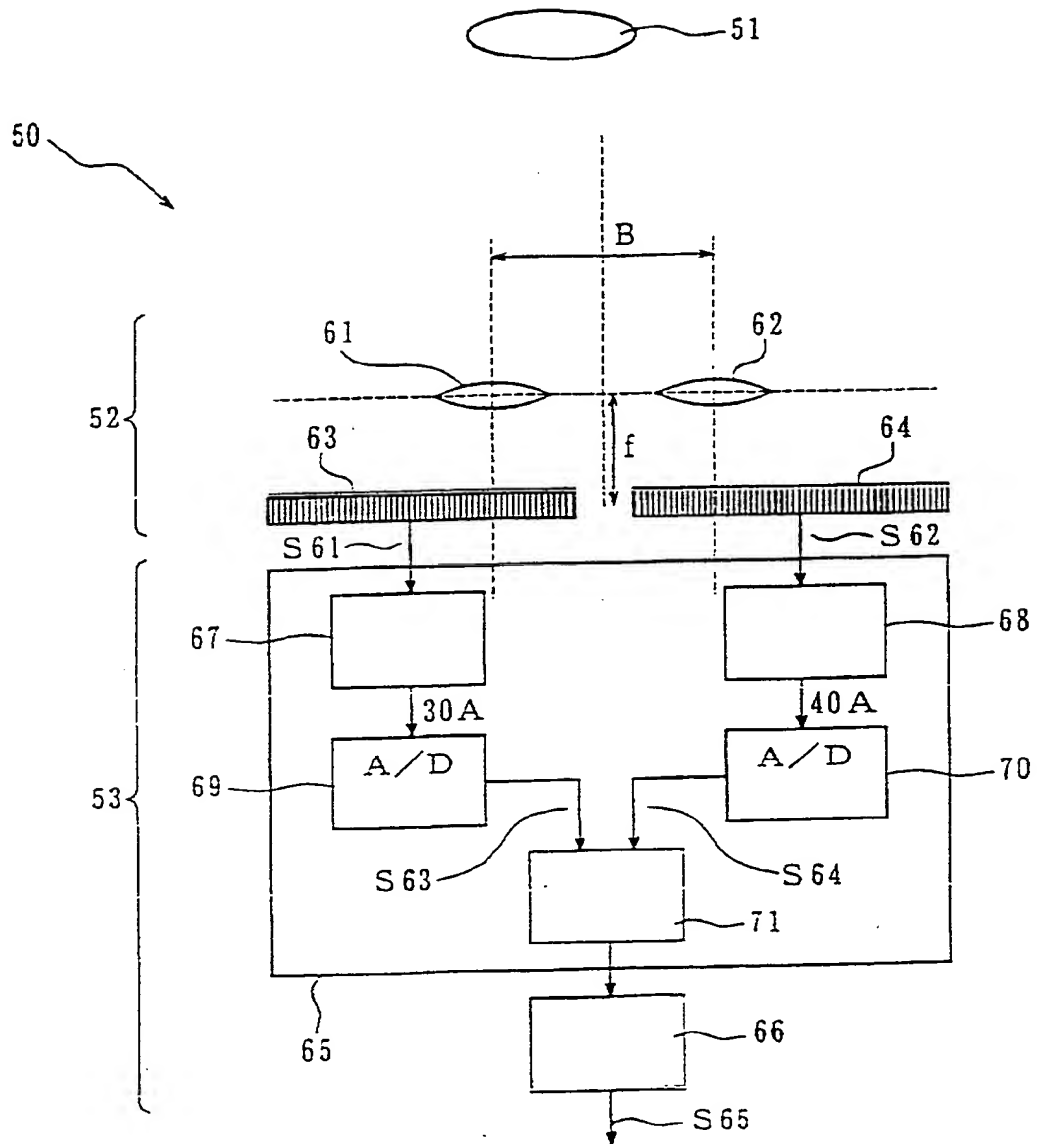


Fig. 7

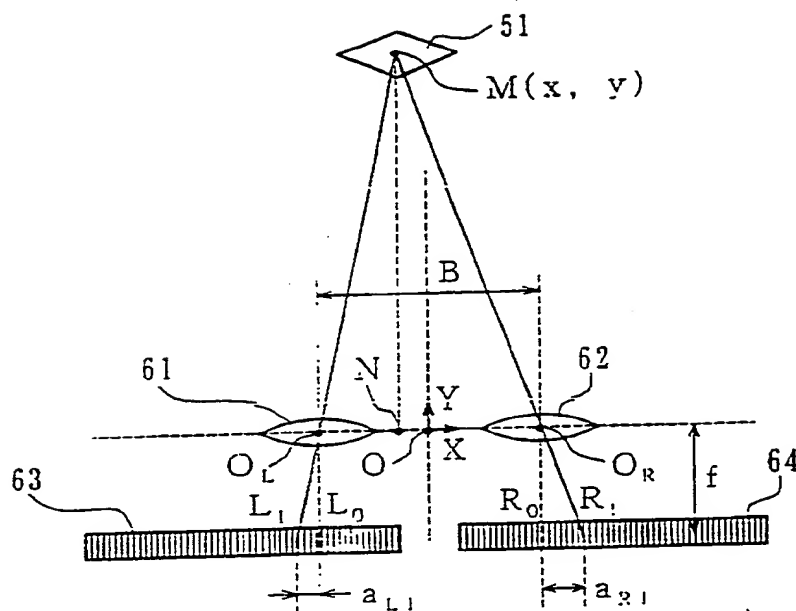


Fig. 8

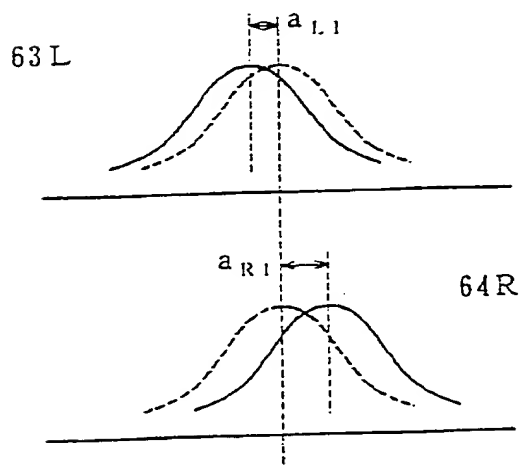


Fig. 9

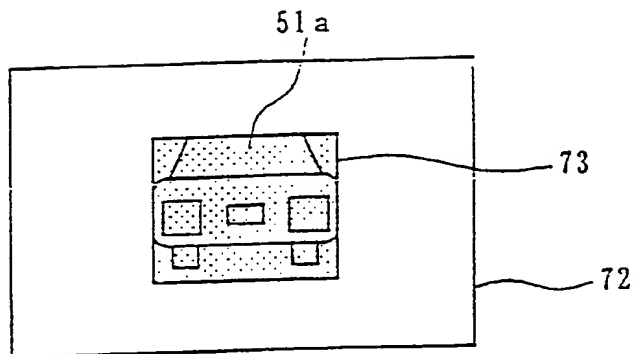


Fig. 10

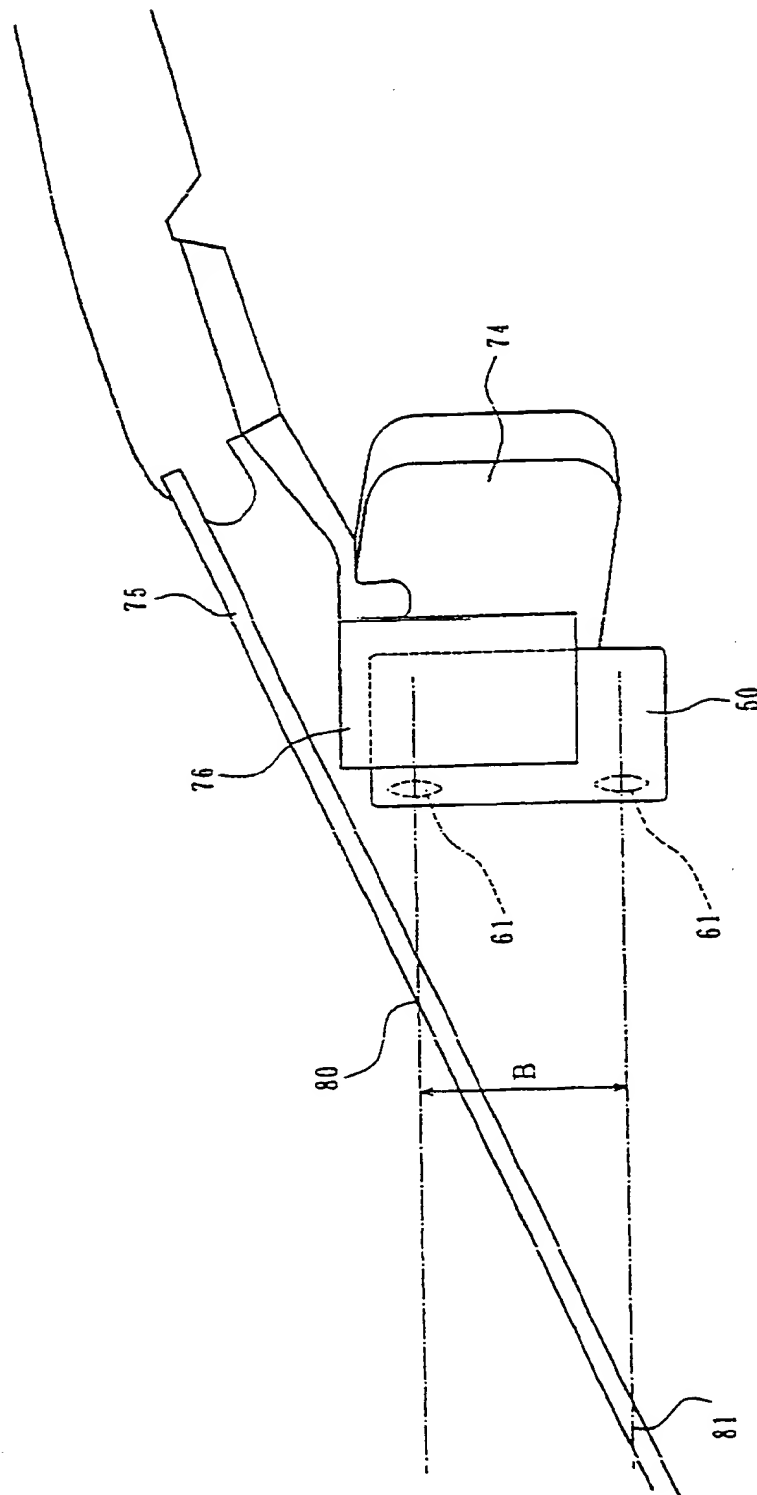


Fig. 11

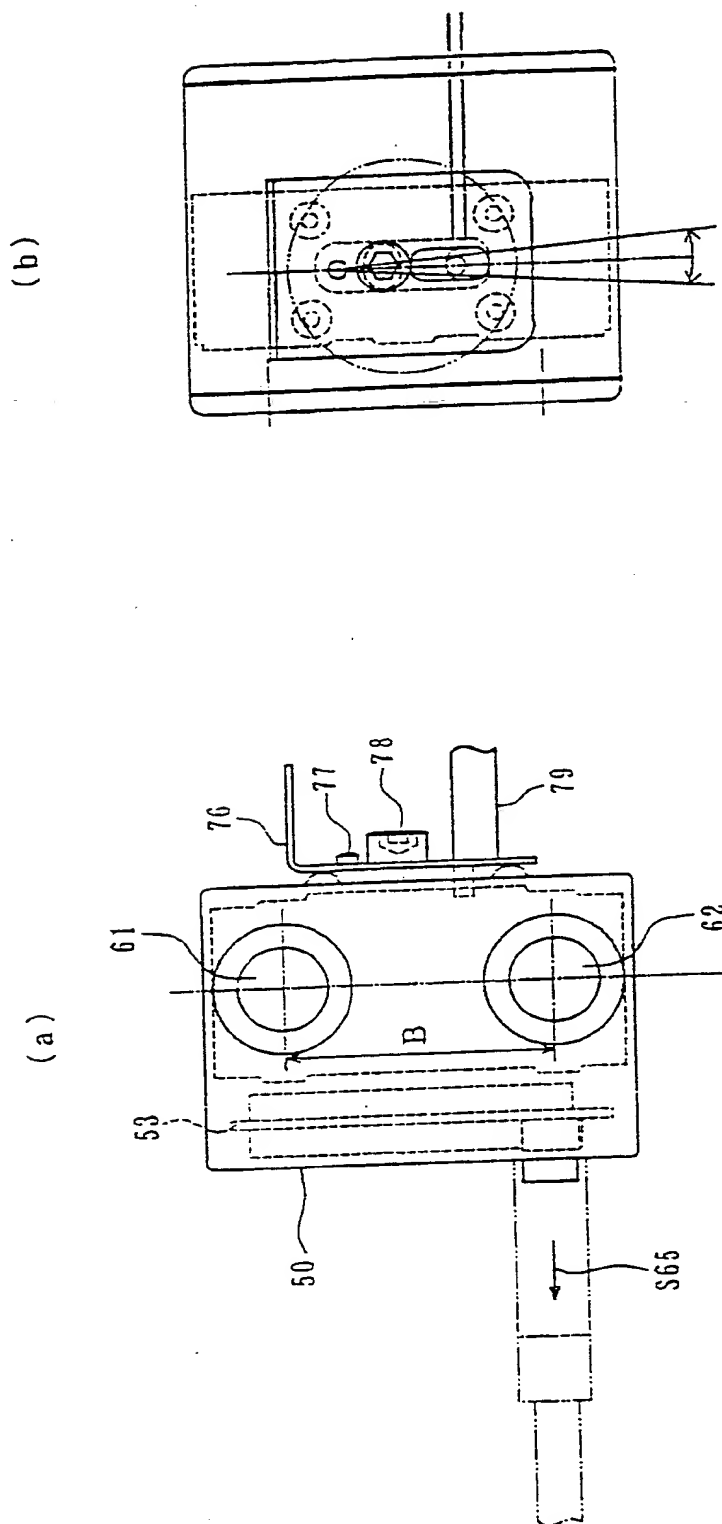


Fig. 12

